

音楽と連動した複数人のダンスシーン生成 Dance Generation of Several Characters through Music

太田 さゆり†
Sayuri Ota

中野 敦‡
Atsushi Nakano

星野 准一‡
Junichi Hoshino

1. はじめに

近年、ゲームや Web サイト、ライブコンサートなど様々なメディアにおいて、CG キャラクタがダンスを踊るコンテンツが多く見られる。これらのコンテンツでは、モーションキャプチャなどの機材を用いてプロのダンサーの動きを獲得し、CG キャラクタにも同様の動きを適用している事が多い。そのため、それぞれのキャラクタは上手く踊っているように見える。しかし、複数のキャラクタに対しても位置は同じで、同様のダンスモーションが適用されているため、単調な映像に見えてしまうという問題がある。

また、従来の CG キャラクタのダンスを生成する研究には、曲のリズム (小節毎のタイミング) を基にモーションデータの規則性をサンプリングして、音楽と完全にシンクロするようにデータを編集しているもの[1]や MIDI より音の鳴るタイミングと音の止まるタイミングを獲得し、そのタイミングに合わせて各関節角を動作させているもの[2]があるが、これらはそれぞれリズムや、音の鳴るタイミングを考慮しているだけで、その他の音楽特徴 (アクセントなど) を考慮していない。そこで筆者らは、アクセントやリズムパターンなどを考慮したダンス生成法[3]を提案してきた。しかし、ダンスは一般的に複数人で踊るものであるが、[3]では一人の場合しか考慮していないという問題がある。また[1]では応用として複数人でワルツを踊っているが基本の動きは全く同じである。そのため、本稿では複数人での多種多様なダンス生成の手法を提案する。複数人で踊る場合は、フォーメーションの変化や、次のフォーメーションに変形するために、移動の振りなどが必要となり、一人の場合に加えて様々な制約を考える必要がある。そこで本稿ではこのような動作を生成するために 1)複数人にどのように振りを割り当てるか、2)フォーメーションをどのように決めるか、3)フォーメーションが決まった時に、誰がどの位置にどのように移動するかについて述べ、曲や人数の違いによる多種多様なフォーメーション生成を目的とする。1)では曲の特徴に合わせて振りを振り分けし、2)では割り振られた振りからフォーメーションを選択する。3)では他の人とぶつからなく、かつ一番近い場所へ移動する手法を提案する。最後に実験をして本手法の有効性を確認する。

2. 音楽に連動したダンス動作生成

本システムではキャラクタが一人の場合、音楽特徴量として、テンポ、曲構成、アクセント、繰り返しパターンを抽出する。そしてあらかじめ獲得した一連のダンス動作を基本動作単位 (動作プリミティブ) に分割しておき、音楽・ダンス動作の相関として音楽特徴量とダンス動作の対

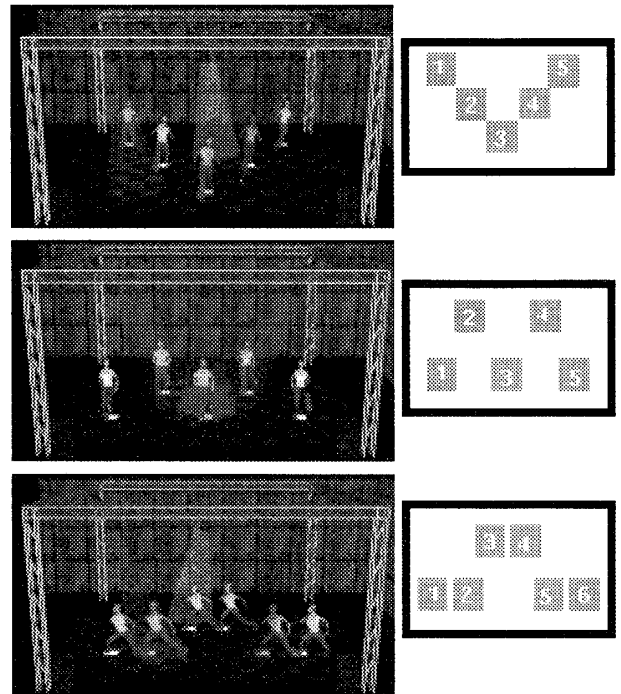


図1 複数人ダンスシーン

応付けを行う。また、動作間の相関として、動作プリミティブの連結関係からネットワークを構築する。このようにすることによって、入力された音楽から抽出された音楽特徴に対応する基準となる動作プリミティブ (キーモーション) が設定でき、設定したキーモーション間の補間を行うことで音楽に合わせた一連のダンス動作を生成する。

3. フォーメーション

フォーメーションとは人の配置のことである。同じ人数でも様々なフォーメーションを考えることができ、人数によっても構成は変わってくる (図 1)。ダンスでは曲の中でフォーメーションを変化させていくことで一人の場合とは違って曲の特徴をより視覚的に表現することができ、また一連のダンス動作が単調になるのを防ぐことができる。

3.1 複数人ダンスシーン生成手順

実際に人間が複数人で踊りを作るときの過程を参考に以下の手順で複数人ダンスシーンを生成する (図 2)。

- 1) 踊る人数を決定

†筑波大学大学院 理工学研究科

‡筑波大学大学院 システム情報工学研究科

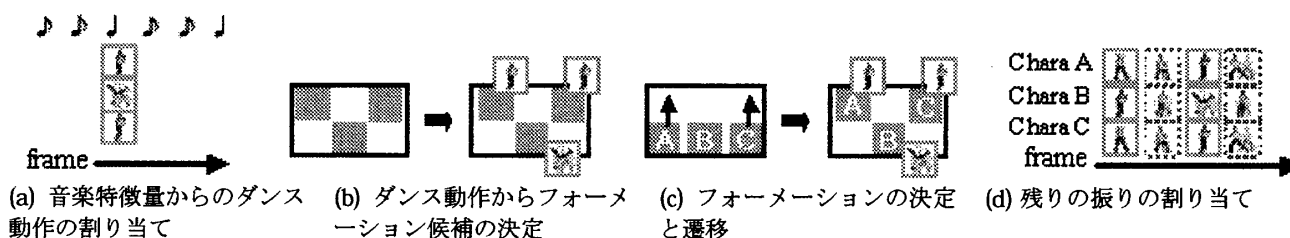


図2 複数人ダンスシーンの生成手順

- 2) 音楽特徴量からキーモーションを決定(a)
- 3) キーモーションに関連したフォーメーション候補の決定とフォーメーション上へ振りを割り当てる(b)
- 4) キャラクタの現在位置を考慮して、フォーメーション候補の中から 3.3 節の評価式によりフォーメーションを選択し、キャラクタの移動先を決定する(c)
- 5) 振りの決まっていない区間にダンス動作を割り当てる(d)

以下、これらの詳細について述べる。

3.2 複数人に割り当てるダンス動作

(1) アクセント

アクセントとは曲の目立つ部分であり、ダンスにおいてはこの特徴ある音にどのような動きを合わせるかが大切になる[4].

本システムでは、アクセントとしてドラムのクラッシュシンバル（楽器番号 46 (Hi Hat Open), 49 (Crash Cymbal), 51 (Ride Cymbal 1), 52 (Chinese Cymbal), 55 (Splash Cymbal), 57 (Crash Cymbal 2), 59 (Ride Cymbal 2), 72 (Samba Whistle)）と、音量の大小（音量が (100,100,127,100,100) などとなっていれば、127 の場所がアクセント）、音階の高低、音数の増減を使用している。また、曲の最後も中途半端なポーズで終わらないようアクセントしている。このアクセントでは、各キャラクタにアクセントに合わせた特徴的な振りをあてはめる。アクセントが2カウントか4カウントごとにあるような間隔が短いときは、一つのアクセントに対して全員同じ振りを当てるのではなく、特定の個人や、グループにあてはめることがある。それ以外の場合はほぼ全員に一つのアクセントに対して同じ振りをあてはめる。

(2) 繰り返しパターン

繰り返しパターンとは、同じリズムパターンの繰り返しや、同じ旋律の繰り返しによって聞き手に印象付けをするものである。主に、4カウント又は、8カウントをひとつのまとまりとして考え、それらが繰り返される。曲の繰り返しが視覚的に観客に伝わるように、これらの繰り返しパターンには、他のキャラクタに連鎖的に同じ動作を振付けることもある。

(3) 曲構成

曲構成とは、イントロやAメロ、サビなどのことである。この構成が変わるところでフォーメーションも遷移することが多い。曲構成が頻繁に変らないのと同様に、フォーメーションも最低でも2エイトは続く。

3.3 ダンス動作とフォーメーションの関連

本節では、ダンス動作とフォーメーションの関連について述べる。この振りにはこのフォーメーションでなくてはいけない、という決まりはないが、この振りにはこのフォーメーションを適用した方がより見た目が栄えるというものがある。そこで複数にダンス動作シーンを撮影した映像を分析した結果、以下のような傾向が見られた。

- 1) ステップなどの下半身の動きが激しいとき：全体に広がる形
- 2) 手の動きなどの上半身の動きが激しいとき：V字形、八字形
- 3) 一人一人別々の動作が割り当てられていたり、グループごとに割り当てられている場合：左右対称、前後対称
- 4) 1カウントずつ振りがずれていくカノンなどの場合：直線状、V字型、八字型

本稿では、これらをフォーメーション決定のルールとしてダンス動作からフォーメーションを決定する。

3.4 フォーメーションの遷移

現在のフォーメーションから次のフォーメーションに遷移するためには、一人一人のキャラクタが新しいフォーメーションのどこに移動するべきか考える必要がある。フォーメーション遷移の際には、まずキャラクタ間の交差があるようなフォーメーションの遷移は見た目にも綺麗ではないので考えない。この条件を満たし、かつ遷移後のキャラクタの配置は、遷移前からできるだけ最短経路となるフォーメーションを選択する。これらの条件を満たすための評価式を以下に示す。

$$N_{intersect} = 0$$

$$\sum_{k=1}^{N_{character}} |P_k^{next_form} - P_k^{current_form}| \rightarrow \min \quad (1)$$

ただし、 $N_{intersect}$ はキャラクタの経路の交差数、 $N_{character}$ はキャラクタ数、 $P_k^{next_form}$ 、 $P_k^{current_form}$ は遷移後、遷移前のキャラクタの位置とする。

また、元のモーションはその場で踊っているものなので、それぞれが移動する場所、距離にあわせてモーションを変形する。移動距離はそれぞれ違うが、移動に使う時間・振りは全員同じである。すなわち、全員同じ歩数でおおのの場所に移動しないとイケないので、移動距離が多い人は大きく、移動距離が少ない人は小さく移動する必要がある。

そこで本稿では一人一人の移動する始点と終点より移動距離を求め、3.5 節の手法により求められたフレーム数 f で割ることにより移動速度を求める。

3.5 モーションデータの伸縮

本稿では様々なテンポのサンプルモーションから動作プリミティブを基本動作プリミティブに分割し、貯蓄していく。よって、生成された一連のダンスモーションのテンポはバラバラなので、入力された音楽のテンポに合うようにモーションの長さを変更しなくてはならない。本稿ではMIDIフォーマットから得られる音楽のテンポよりモーションデータを伸縮する。元のデータのテンポを $Tempo$ 、モーションデータの総フレーム数 f 、伸縮後の総テンポを $Tempo'$ 、フレーム数 f' 、カウント数を c とすると関係式は以下の式で表される。

$$f' = \frac{Tempo}{Tempo'} f, \quad Tempo = \frac{30}{1} \times \frac{c}{f} \times 60 \quad (2)$$

ゆえに

$$f' = \frac{1800}{Tempo'} \times c \quad (3)$$

次に変更した総フレーム数に合った時間軸方向への関節角の補間を行う。単にフレームを間引いてモーションの長さを収縮したり、同じフレームのデータを続けて挿入してモーションを伸縮したりすると、モーションの軌道が凸凹になり、動作も不自然に見える。そのため元データを用いて適切な値を補間したモーションデータを生成する。次式のように線形補間することで、伸縮したモーションデータを生成する。

$$\mathbf{q}'_i = (1.0 - i\lambda + j)\mathbf{q}_j + (i\lambda - j)\mathbf{q}_{j+1} \quad \lambda = \frac{f' - 1}{f - 1} \quad (4)$$

ここで \mathbf{q}'_i は伸縮したモーションデータの i フレームにおけるキャラクタの関節角ベクトル、 \mathbf{q}_j は元データの j フレームの関節角ベクトルである。

3.6 キーモーション間のダンス動作の割り当て

キーモーション間のダンス動作の割り当てには、図3のような一つの振り一つのノードとして持つダンス動作の遷移ネットワークを用いる。この遷移ネットワークの重みには、ダンス映像から観察できる振りの続き易さから振りの連続性を設定する。そしてキーモーション間の振りが割り当てられていない時間に収まる範囲で経路を求める。経路探索にはダイクストラ法を用いる。これにより入力された楽曲に対して、一連のダンス動作が各キャラクタに割り当てられる。

4. 複数人ダンスシーンの生成

4.1 照明演出の生成

抽出された音楽特徴に合わせて照明効果も制御する。本稿ではスポットライトを10個用いて、色や配置する場所、向きを調整することで多様な照明効果を生じた(図4)。スポットライトの方向制御は次式で行う。

$$V' = \mathbf{M}_y(\theta)\mathbf{M}_x(\phi)V \quad (5)$$

ここで V は初期のライトの向き、 V' は変換後のライトの向き、 \mathbf{M}_y は y 軸周りの回転行列、 θ はその回転角、 \mathbf{M}_x は

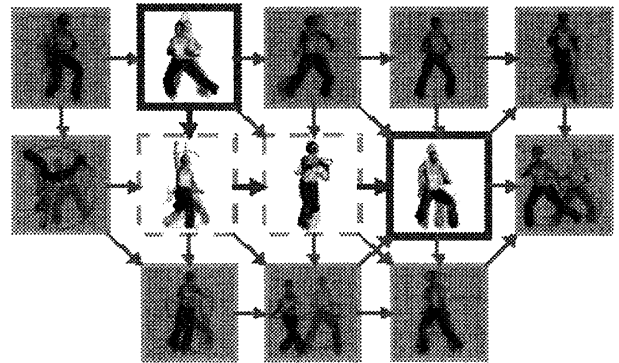
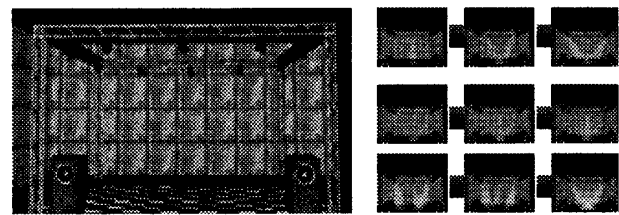


図3 ダンス動作ネットワークによるキーモーション間の振りの割り当て



(a) ステージ上の照明配置 (b) 照明演出例

図4 照明の配置と演出

x 軸周りの回転行列、 ϕ はその回転角である。ダンスシーンと同様に、音楽特徴に合わせてまずキーエフェクトを決定し、キーエフェクトとキーエフェクトの間を構築されたネットワークを参考に補間する。

ダンス動作に合った一連のエフェクトは前述したダンス動作生成の場合と同様に次の手順で生成する。まず、一定時間中にスポットライトが発する時間、光の色、使用するライトの数、それらの位置や向きを一つのエフェクトとして蓄積する。次にダンス生成と同様のアルゴリズムを用いて、音楽特徴から基準となるエフェクト(キーエフェクト)を設定し、キーエフェクト間のエフェクトは先に求められたダンス動作に対応するように割り当てることで一連の照明演出効果を生じる。エフェクトを音楽やダンス動作に合うように割り当てるために、まず抽出された音楽特徴のリズムや曲のアクセントに合ったエフェクトが選択されるようにした。また、ダンサーの移動に合わせて使用する照明の配置を変えることや、ダンス動作が激しい場合はエフェクトも変化の激しいものを、逆にダンサーがあまり動かない場合はエフェクトもあまり変化の無いものが割り当てられることで、ダンサーの動きに合った照明演出が成されるように設定した。

4.2 複数人ダンス生成

本稿では、複数人のダンスとして一般的だと思われる3~7人の人数で実験した。3人では6種類、4・5・6人では8種類、7人では10種類のフォーメーションパターンを用意した。

提案手法を用いて、複数人のダンス動作を生成した。図5では人数を5人に設定し、使用した曲は、BPM109で約30秒間の曲である。まず曲の分析においてこの曲の構成は、イントロが2エイトと3カウント、Aメロが4エイトとなっている。アクセントはAメロの始まり、Aメロの最後に

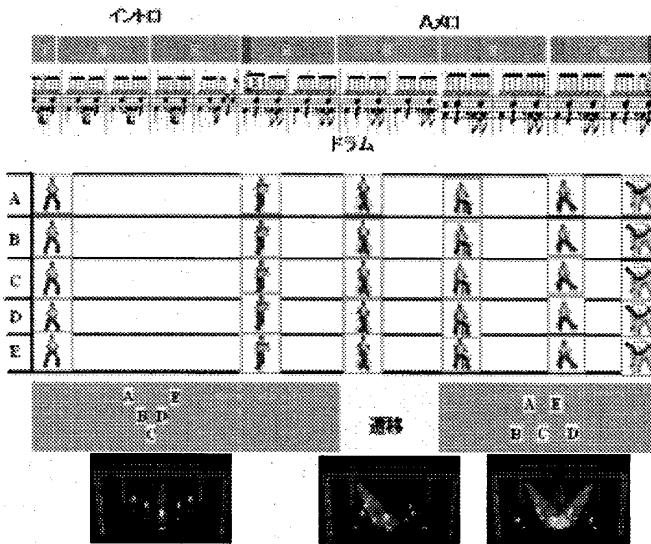


図5 実験結果1

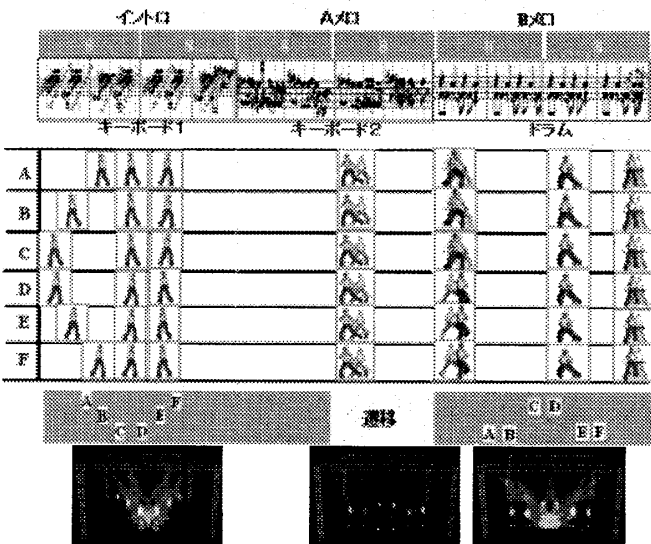


図6 実験結果2

それぞれある。抽出された繰り返しパターンはない。この曲では抽出された音楽特徴の間隔が離れているため、モーションは全員同じものが割り当てられていることがわかる。抽出されたアクセントに対応するキーモーションが決定され、それらのモーションに対応するフォーメーションが決定された。フォーメーションの遷移においては、ジャンプしながら移動する振りを選択され、それぞれの移動距離に応じた速度で適切な位置に移動できているのが確認できた。

また、図6では人数を6人に設定し、使用した曲はBMP92で約30秒間の曲である。この曲の構成は、イントロ、Aメロ、Bメロがそれぞれ2エイトになっている。アクセントはBメロの最後にある。また、繰り返しパターンはイントロで旋律が一様にあがっている特徴があり、Bメロではドラムでリズムが入り、このドラムパターンが特徴として抽出できた。その結果イントロでは繰り返しパターンに対応した振りが連鎖的に各キャラクターに割り当てられ

た。また、Bメロのドラムパターンの部分ではドラムのリズムと連動した動きを生成することができた。フォーメーションの遷移ではこちらもスライドしながら移動する振りが選択され、それぞれの移動距離に応じた速度で適切な位置に移動できているのが確認できた。

5. おわりに

本稿では複数人でのダンス動作の生成において、フォーメーションの遷移を利用して多様なダンス動作を生成する手法を提案した。また、フォーメーションの遷移では、各キャラクターが適切な位置を選択し、移動距離に応じた速度で移動できることが確認できた。

今後の課題としてフォーメーションパターンの自動生成や、ユーザーがそれぞれの人の位置を指定してインタラクティブに変形させるなどのユーザーを介したインタラクティブなシステムの構築が考えられる。

参考文献

- [1] Tae-hoon Kim, Sang Il Park, Sung Yong Shin, "Rhythmic-Motion Synthesis Based on Motion-Beat Analysis" ACM SIGGRAPH2003, pp.392-401
- [2] 伊藤真二, 猪岡光 "MIDI データに基づく自動人形の動作生成" 計測自動制御学会東北支部 第199回研究集会 資料番号 199-5, 2001
- [3] 太田さゆり, 森博志, 星野准一: "音楽と連動したダンス動作の生成", 電子情報通信学会技術報告, Vol.103, No.165, pp.77-82, 2003
- [4] 坂上晃一 "Dance Style Vol.4" 株式会社リットーミュージック, pp87~93, 2002